

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-269147

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
C30B 29/06

(21)Application number : 11-074179 (71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

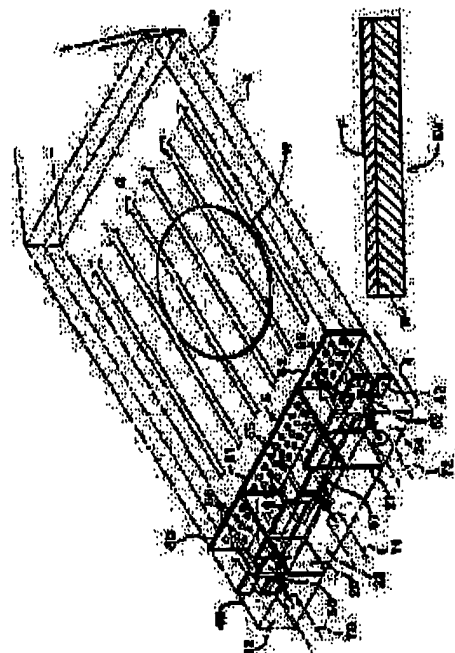
(22)Date of filing : 18.03.1999 (72)Inventor : MAGARI TAKEMINE  
OTSUKA TORU  
HABUKA HITOSHI

## (54) VAPOR GROWTH DEVICE, VAPOR GROWTH METHOD AND SILICON EPITAXIAL WAFER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a vapor growth device which can drastically raise flow rate distribution of a raw gas inside a reaction container by a relatively simple mechanism and furthermore ensure good distribution accuracy of film thickness even to a base such as a large diameter wafer.

**SOLUTION:** In a flow straightening part 4 continued to gas introduction ports 70, 71, 72, preventing members 50, 51, 52 are arranged in a position preventing raw gas G from proceeding straight and raw gas flow is introduced into a container body 3 by making raw gas flow to a rear side, while making it take a roundabout way through its outer edge and thereafter further making it flow through a flow straightening member 4, wherein a number of gas flow holes 65 are formed scattering. Since a gas flow proceeding straight from the gas inlet ports 70, 71, 72 fall on the prevention members 50, 51, 52 and is forcibly made to take a roundabout way to a position out of the gas introduction ports 70, 71, 72 and thereafter introduced to the flow straightening member 4, the problem that flow velocity of transmitting gas tending to become large can be relaxed in a region corresponding to the gas introduction ports 70, 71, 72. As a result, it is possible to make a gas flow rate distribution uniform in a wide range inside the container body 3 and furthermore to perform vapor growth for a thin film F in a uniform



film thickness on a base W.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-269147

(P2000-269147A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 G 0 7 7
C 8 0 B 29/06	5 0 4	C 8 0 B 29/06	5 0 4 L 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-74179

(22) 出願日 平成11年3月18日 (1999.3.18)

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72) 発明者 曲 偉峰

群馬県安中市磯部2-13-1 信越半導体  
株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 大塚 徹

群馬県安中市磯部2-13-1 信越半導体  
株式会社半導体磯部研究所内

(74) 代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

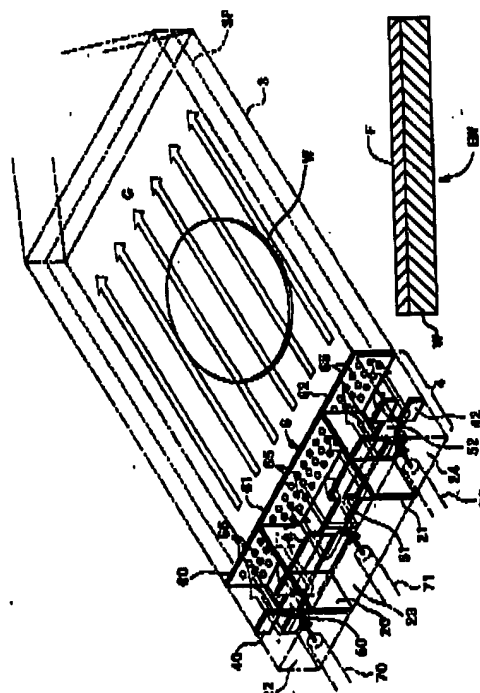
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相成長装置、気相成長方法及びシリコンエピタキシャルウェーハ

(57) 【要約】

【課題】 比較的単純な機構によりながら、反応容器内の原料ガスの流速分布を飛躍的に高めることができ、ひいては大口径ウェーハ等の基材に対しても、良好な膜厚分布精度を確保できる気相成長装置を提供する。

【解決手段】 ガス導入口70、71、72に続く流れ調整部4において、原料ガスGの直進を妨げる位置に妨害部材50、51、52を配置し、原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させた後、ガス流通孔65が多数分散形成された整流部材4をさらに流通させて容器本体3内に導く。ガス導入口70、71、72から直進してくるガス流は、妨害部材50、51、52に当たってガス導入口70、71、72から外れる位置に強制的に迂回させられた後、整流部材4へ導かれるので、ガス導入口70、71、72に対応する領域において透過ガスの流速が大きくなりやすくなる不具合が緩和される。その結果、容器本体3内の広い範囲内にてガス流速分布を均一化でき、ひいては基材W上に均一な膜厚にて薄膜Fを気相成長させることが可能となる。



(2)

特開平12-269147

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材表面に薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、薄膜形成のための原料ガスが、ガス導入口から流れ調整部を経て前記反応容器本体の内部空間に対し、前記基材表面に沿う方向に導かれるようになっており、

前記流れ調整部が、

前記原料ガスの直進を妨げる位置に配置され、前面側にて受けた原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させる妨害部材と、

その妨害部材の下流側に配置され、前記妨害部材を経て流通する原料ガスを透過させるガス流通孔が多数分散形成された整流部材と、  
を備えたことを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】 前記妨害部材の前面側にて前記ガス流がふり分けられ、そのふり分け方向における各対応縁を経て前記原料ガスが裏面側に流通するようにした請求項1記載の気相成長装置。

【請求項3】 前記原料ガス流は、前記妨害部材の前面の左右両縁及び上下両縁の少なくともいずれかを経て裏面側に流通するようになっており、

前記流れ調整部からの前記原料ガスが反応容器本体の内部空間に対しほぼ水平かつ一方に供給されるようになっている請求項2記載の気相成長装置。

【請求項4】 前記原料ガス流は、前記妨害部材の前面の左右及び上下の各縁を経て裏面側に流通するようになっている請求項3記載の気相成長装置。

【請求項5】 前記ガス導入口は、原料ガス供給方向上流側における反応容器本体の端部の幅方向に一定の間隔で複数形成され、その各々に対応して前記妨害部材と前記整流部材との対が設けられている請求項1ないし4のいずれかに記載の気相成長装置。

【請求項6】 前記ガス導入口の各々に対応して、前記幅方向に配列する仕切部材により仕切られた流れ調整室が形成され、それら流れ調整室毎に前記妨害部材と前記整流部材との対が設けられて各々個別の前記流れ調整部を形成している請求項5記載の気相成長装置。

【請求項7】 反応容器本体の内部に基材を配置し、薄膜形成のための原料ガスを前記基材表面に沿って一方に供給するとともに、

前記基材の上方において、反応容器高さ方向におけるガス流速最大位置を通り、かつ前記基材表面と平行な基準面を設定したときに、その基準面内において反応容器の幅方向のガス流速分布が、該方向における最大流速値を  $V_{max}$ 、同じく最小流速値を  $V_{min}$  として、

$$(V_{max} - V_{min}) / (V_{max} + V_{min}) \leq 0.35$$

を満足するように前記反応容器本体の内部への前記原料ガスの供給がなされ、その供給される原料ガス雰囲気中にて、前記基材上に薄膜を気相成長させることを特徴とする気相成長方法。

【請求項8】 反応容器本体の内部に基材を配置し、薄膜形成のための原料ガスを、ガス導入口から流れ調整部を経て前記反応容器本体の内部空間に対し、前記基材表面に沿う方向に導くとともに、

前記流れ調整部として、

前記原料ガスの直進を妨げる位置に配置され、前面側にて受けた原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させる妨害部材と、

その妨害部材の下流側に配置され、前記妨害部材を経て流通する原料ガスを透過させるガス流通孔が多数分散形成された整流部材と、

を備えたものを使用し、

その流れ調整部を経て供給される前記原料ガス雰囲気中にて、前記基材上に薄膜を気相成長させることを特徴とする気相成長方法。

【請求項9】 前記基材は半導体単結晶基板であり、前記薄膜は、該半導体単結晶基板上に形成される半導体単結晶薄膜である請求項7又は8に記載の気相成長方法。

【請求項10】 前記半導体単結晶基板は、略300mmの直径を有するシリコン単結晶基板であり、該基板上に前記半導体単結晶薄膜としてのシリコン単結晶薄膜を、その面内膜厚分布が、最大膜厚値を  $t_{max}$ 、同じく最小膜厚値を  $t_{min}$  として、

$$(t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min}) \leq 0.01$$

となるように形成する請求項9記載の気相成長方法。

【請求項11】 略300mmの直径を有するシリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜が形成されており、かつそのシリコン単結晶薄膜の面内膜厚分布が、最大膜厚値を  $t_{max}$ 、同じく最小膜厚値を  $t_{min}$  として、

$$(t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min}) \leq 0.01$$

を満足することを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン単結晶基板等の基材表面に、シリコン単結晶薄膜等の薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それに用いて実現される気相成長方法、ならびに該気相成長方法の採用により実現されるシリコンエピタキシャルウェーハに関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコン単結晶基板の表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、バイポーラICやMOS-IC等の電子デバイスに広く使用されている。近年、電子デバイスの微細化による薄膜化やウェーハの大口径化が進む中、形成されるシリコン単結晶薄膜の膜厚あるいは抵抗率の面内均一化をどのように図るかが重要な課題の一つとなっている。例えば直径が200mmのシリコン単結晶ウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをパツ

(3)

特開平12-269147

チ処理する方法に代えて、膜厚分布等の制御が比較的容易な枚葉式装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に1枚のシリコン単結晶ウェーハを水平に保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを水平かつ一方に供給しながら薄膜を気相成長させるものである。

【0003】上記のような枚葉式装置において、形成される薄膜の膜厚均一化を図る上で重要な因子の一つに、反応容器内の原料ガスの流速分布がある。原料ガスの流速分布の均一化を図るためのガス導入機構については、下記のような技術が提案されている（図番及び参照符号は各公報内にて使用されているものである）。

①特開平4-233723号公報（図3、図4）

反応容器片側の幅方向に多数のガス流入口31を形成し、その各々に対応して流量制御装置42、44を設け、各ガス流入口31から原料ガスを個別に流量調整しつつ反応容器内に導く。

②特開平7-193015号公報（図2～図4）

反応容器片側の管路114から導入された原料ガスを、孔112を分散形成した拡散プレート104を介して反応容器内に導く。

③特表平3-500185号公報（図4）

周壁部に複数の開口部36を形成した環状のパブル部材41を容器片側幅方向に挿入し、そのパブル部材41内に導入された原料ガスを開口部36から主本体20を経て反応容器内に導く。

④特開昭59-207899号公報（図2）

ガス導入口17から原料ガスを、焼結ステンレス板（連通気孔を有する多孔質体であると思料される）からなる中間仕切板18と、細孔を有する石英板からなる供給仕切板19とを介して反応管9内に導く。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術には以下のような問題がある。まず、①の公報技術では、各ガス流入口31のそれぞれに流量制御装置42、44を設ける形となるので装置構成が複雑で高価となるばかりでなく、多数の流量制御装置42、44を個別に作動制御しなければならないので、制御シーケンスの設定や管理が極めて面倒である。また、その制御条件は微妙であり、ガス流速分布の調整精度にも限界がある。

【0005】また、②あるいは③の公報技術では、通気孔を多数有した整流板（拡散プレート104あるいはパブル部材41）がガス流れ方向において1段階に設けられているのみであるから、ガス流の圧力分散効果ひいては流速均一化の効果が必ずしも十分に達成できない欠点がある。

【0006】次に、④の公報技術は、ガス流れ方向において整流板が2段階に設けられており（中間仕切板18と供給仕切板19）、上記②あるいは③の公報技術と比較すれば流速均一化の効果は高められているといえる。

しかしながら、中間仕切板18と供給仕切板19とは、いずれも通気孔が一樣に分散する形で形成された構造を有することから、2段階整流による効果を考慮しても、ガス導入口17に対応する領域すなわちガスが直接当たる領域ほど、透過ガスの流速が大きくなる傾向を完全に解消することは困難である。

【0007】前記した通り、近年、シリコンエピタキシャルウェーハにおいては、シリコン単結晶薄膜の膜厚分布精度に関し非常に厳しいレベルが求められている。そして、上記従来技術では、直径が200mmまでのウェーハにおいては、ある程度の膜厚分布精度が実現されているものの、直径300mmあるいは400mmの口径を有するウェーハにおいては、すでに説明した理由により、薄膜形成面全体を包含する広い領域にて必要十分な均一度のガス流速分布を確保することが難しく、良好な膜厚分布精度が実現されているとはいえなかった。

【0008】本発明の第一の課題は、比較的単純な機構によりながら、反応容器内の原料ガスの流速分布を飛躍的に高めることができ、ひいては大口径ウェーハ等の基材に対しても、良好な膜厚分布精度を確保できる気相成長装置を提供することにある。また、第二の課題は、上記の気相成長装置を使用すれば容易に実現でき、大口径ウェーハ等にシリコン単結晶薄膜等の薄膜を極めて均一な膜厚にて形成できる気相成長方法を提供することにある。さらに、第三の課題は、上記の気相成長方法の採用により、これまで工業的な実現が不可能であった膜厚分布精度を有する直径300mmのエピタキシャルウェーハを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】本発明の気相成長装置は、基材表面に薄膜を気相成長させるためのものであって、上記の課題を解決するために、薄膜形成のための原料ガスが、ガス導入口から流れ調整部を経て反応容器本体の内部空間に対し、基材表面に沿う方向に導かれるようになっており、流れ調整部が、原料ガスの直進を妨げる位置に配置され、前面側にて受けた原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させる妨害部材と、その妨害部材の下流側に配置され、妨害部材を経て流通する原料ガスを透過させるガス流通孔が多数分散形成された整流部材と、を備えたことを特徴とする。

【0010】また、これにより実現される本発明の気相成長方法の第一は、反応容器本体の内部に基材を配置し、薄膜形成のための原料ガスを、ガス導入口から流れ調整部を経て反応容器本体の内部空間に対し、基材表面に沿う方向に導くとともに、流れ調整部として、原料ガスの直進を妨げる位置に配置され、前面側にて受けた原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させる妨害部材と、その妨害部材の下流側に配置され、妨害部材を経て流通する原料ガスを透過させるガス流通孔

(4)

特開平12-269147

が多数分散形成された整流部材と、を備えたものを使用し、その流れ調整部を経て供給される原料ガス雰囲気中にて、基板上に薄膜を気相成長させることを特徴とする。

【0011】上記本発明の気相成長装置及び気相成長方法においては、ガス導入口に続く流れ調整部において、原料ガスの直進を妨げる位置に妨害部材を配置し、原料ガス流をその外縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させた後、ガス流通孔が多数分散形成された整流部材をさらに流通させて反応容器内に導くようにしている。すなわち、ガス導入口から直進してくるガス流は、妨害部材に当たってガス導入口から外れる位置に強制的に迂回させられた後、整流部材へ導かれるので、前記した④の公報技術のように、ガス導入口に対応する領域において透過ガスの流速が大きくなりやすくなる不具合が緩和される。その結果、反応容器内の広い範囲内にてガス流速分布を均一化でき、ひいては基材上に均一な膜厚にて薄膜を気相成長させることが可能となる。

【0012】具体的には、妨害部材の前側にてガス流を所定方向にふり分け、そのふり分け方向における各対応縁を経て原料ガスを裏面側へ流通させることができる。原料ガスを妨害部材表面に沿ってふりわけける形で迂回させることで、ガス流速分布のさらなる均一化を図ることができる。例えば、エピタキシャルウェーハの製造におけるシリコン単結晶基板など、基材は板状に形成されることが多いが、均一な膜厚の薄膜を気相成長させるには、反応容器本体内にこれをほぼ水平に配置し、流れ調整部からの原料ガスは反応容器本体の内部空間に対しほぼ水平かつ一方に供給する方式が合理的である（例えば、水平枚葉式装置）。この場合、原料ガス流は、妨害部材の前面の左右両縁及び上下両縁の少なくともいずれかを経て裏面側へふりわけ流通させることが、ガス流速の均一化、ひいては得られる膜厚分布の均一化を図る上で望ましい。なお、原料ガス流は、妨害部材の左右両縁及び上下両縁のいずれか一方のみを経由させるようにしてもよいが、左右両縁及び上下両縁の双方を経由させるようにすれば、ガス流速均一化の効果はさらに高められる。

【0013】また、本発明者らが検討した結果、反応容器本体内の原料ガス流速分布を、本発明の気相成長方法の第二に係る以下の条件にて調整することが、大口径の基板上に薄膜を均一に気相成長させる上で、極めて有効であることを見出した。すなわち、該気相成長方法の第二においては、反応容器本体の内部に基材を配置し、薄膜形成のための原料ガスを基材表面に沿って一方に供給するとともに、基材の上方において、反応容器高さ方向におけるガス流速最大位置を通り、かつ基材表面と平行な基準面を設定したときに、その基準面内において反応容器の幅方向のガス流速分布が、該方向における最大流速値を $V_{max}$ 、同じく最小流速値を $V_{min}$ として、

$$(V_{max} - V_{min}) / (V_{max} + V_{min}) \leq 0.35$$

を満足するように反応容器本体の内部への原料ガスの供給がなされ、その供給される原料ガス雰囲気中にて、基板上に薄膜を気相成長させる。例えば反応容器内に板状の基材を略水平に配置し、その板面に沿って原料ガスを一方に供給するとき、上記基準面は、反応容器本体内部空間の高さ方向におけるガス流速最大位置を与えるものとなる（以下、本明細書では、 $(V_{max} - V_{min}) / (V_{max} + V_{min})$ を流速分布評価パラメータEPVと称する）。

【0014】上記EPVの値が0.35以下となる特有のガス流速分布は、前記した本発明の気相成長装置の構成を採用することにより容易に実現することができる。そして、基準面におけるガス流速分布を上記のように調整することで、例えば基材として直径が300mmあるいはそれに近似する寸法を有するシリコン単結晶基板を用いた場合でも、面内膜厚分布の極めてシャープな薄膜形成が可能となる。具体的には、形成される薄膜の面内最大膜厚値を $t_{max}$ 、同じく面内最小膜厚値を $t_{min}$ として、

$$(t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min}) \leq 0.01$$

が実現できる（以下、本明細書では、 $(t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min})$ を膜厚分布評価パラメータEPTと称する）。

【0015】そして、本発明の気相成長方法の採用により、上記のようにEPTの値が0.01以下の極めて均一な膜厚分布を有した直径略300mmのシリコンエピタキシャルウェーハを実現することが可能となり、例えばこれを用いて製造されるDRAMあるいはMOS-LSIといった電子デバイスの品質あるいは歩留まりの向上に大きく寄与することができる。

【0016】なお、本発明の気相成長方法を、シリコンエピタキシャルウェーハ等の薄膜付き基板の製造に適用する場合は、該方法は薄膜付き基板の製造方法を意味するものとする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に示す種々の実施例に基づき説明する。図1及び図2は、本発明に係る気相成長装置1の一例を模式的に示すものであり、図1はその側面断面図、図2は平面断面図である。この気相成長装置1は、偏平箱状に形成された石英ガラス製の反応容器2を備え、該反応容器2の一端に形成されたガス導入口70、71、72からの原料ガスGが、流れ調整部4を経て容器本体3の内部空間に水平かつ一方に供給されるようになっている。そして、その容器本体3内には、基材としてのシリコン単結晶基板（以下、単に基板という）Wが略水平に1枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置1は水平枚葉型装置として構成されている。基板Wは円板状であり、例えば直径が略300mmあるいはそれ以上のものである。

(5)

特開平12-269147

【0018】反応容器2には、原料ガス導入口70、71、72が形成されているのと反対側の端部に、ベンチユリ状の絞り部9を介してガス排出口8が形成されている。導入された原料ガスGは、基板Wの表面上を通過した後ガス排出口8から排気される。原料ガスGは、上記の基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガスGには、ドーパントガスとしての $\text{B}_2\text{H}_6$ あるいは $\text{PH}_3$ や、希釈ガスとしての $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って基板前処理（例えば自然酸化膜や付着有機物の除去処理）を行う際には、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{ClF}_3$ 、 $\text{NF}_3$ 等から適宜選択された腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器2内に供給するか、又は、 $\text{H}_2$ 雰囲気中で高温熱処理を施す。

【0019】容器本体3の底部には、サセプタ12を收容するサセプタ收容凹部10が形成されており、そのサセプタ12の上面にて基板Wは、容器本体3の底面と略面一となるように支持される。なお、サセプタ12は基板回転のために、モータ13により回転駆動される。また、基板Wの配置領域に対応して容器本体3の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ11が所定間隔にて配置されている。

【0020】図5に示すように、原料ガスGは、ガス配管100を経て各ガス導入口70、71、72から反応容器2内に導かれる。本実施例では、図2に示すように、基板Wの中央位置に対応して、反応容器2の幅方向略中央に形成された主導入口71に加え、その主導入口71の両側において略左右対称な位置に副導入口70、72を形成している。これは、基板Wの外周領域は、基板Wの回転周速の差や、容器壁面による冷却あるいはガス流乱れ等の影響により、基板中央領域とは膜形成速度等が異なりやすいことを考慮して、基板中央領域と外周領域とで原料ガスGの流れを独立に制御できるようにするためである。ここでは、ガスの主配管100を2系統に分岐させ、その一方の分岐配管102を主導入口71に接続する一方、他方の分岐配管101をさらに2系統103、104に分岐させてそれぞれ副導入口70、71に接続しており、分岐配管101及び102を流れる原料ガスの流量を、マスフローコントローラ（MFC）105、106により独立に制御できるようにしている。

【0021】次に、図2に示すように、流れ調整部4には、各ガス導入口70、71、72に対応して妨害板40、41、42が配置され、そのガス流れ方向下流側において所定距離隔たった位置には整流板（整流部材）60、61、62が配置されている。この実施例では、ガス導入口70、71、72の各々に対応して、幅方向に配列する仕切板（仕切部材）20、21により仕切られ

た流れ調整室22、23、24が形成され、それら流れ調整室22、23、24毎に妨害板と整流板の対（40と60、41と62、42と62）が設けられて、各々個別の流れ調整部を形成する形となっている。なお、妨害板40、41、42、整流板60、61、62及び仕切板20、21は、本実施例ではいずれも石英ガラス板により構成されているが、耐熱性と耐食性とを十分確保できるのであれば材質はこれに限定されず、例えばステンレス鋼、炭化珪素あるいは窒化珪素を使用してもよい。

【0022】図3に示すように、各妨害板40、41、42はそれぞれ方形の外形を呈し、各々幅方向両縁からそれぞれ内側に切れ込む方形の切欠き部40a、41a、42aを有する一方、高さ方向両縁にも同様の切欠き40b、41b、42bが形成されている。これにより、各妨害板40、41、42には、幅方向及び高さ方向の各縁に対応する4つの切欠き底縁に囲まれた位置に、方形の流れ妨害部（請求項でいう妨害部材に相当する）50、51、52が形成されている。

【0023】図1及び図2に示すように、妨害板40、41、42の、切欠き形成位置を除く外周面は、反応容器2の内壁面及び仕切板20、21の内面と密着して、ガス流通が阻止されるようになっている。また、流れ妨害部50、51、52は、いずれも対応するガス導入口70、71、72からの原料ガスGの直進を妨げる位置に形成されている。これにより、図4に示すように、妨害板40、41、42は、流れ妨害部50、51、52の前面側にて受けた原料ガス流をその外縁（換言すれば、各切欠きの底縁）、具体的にはその左右及び上下の各縁を経て迂回させつつ裏面側へ流通させる役割を果たすこととなる。

【0024】一方、図3に示すように、各整流板60、61、62は、原料ガスGを透過させるガス流通孔65が多数分散形成されたものである。図4に示すように、妨害板40、41、42の流れ妨害部50、51、52を経て迂回流通してきた原料ガスGは、整流板60、61、62のガス流通孔65を通過して容器本体3の内部空間に流れ込むこととなる。なお、本実施例では、各流れ調整室22、23、24に対応する整流板60、61、62は、横方向に一体化されて1枚の整流板6となっているが、各流れ調整室22、23、24毎に分離して配置するようにしてもよい。

【0025】以下、上記の気相成長装置にて実現される薄膜の気相成長方法について説明する。すなわち、図1に示すように、容器本体3内に配置されたサセプタ10上に基板Wをセットし、必要に応じ酸化膜除去等の前処理を行った後、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱する。その状態で、図4に示すように、各ガス導入口70、71、72から原料ガスを所定の流速（例えば、平均流速値にて20～

(6)

特開平12-269147

100m/秒)にて、各流れ調整室22, 23, 24に噴射する。

【0026】導入された原料ガスGは、各流れ妨害部50, 51, 52に当り、流れがその板面方向に分散されてガス流の圧力を減少しつつ、左右及び上下の各縁を迂回して裏側に回り込み、さらに多孔の整流板60, 61, 62を通過することでガス流の圧力が均一化されて容器本体3内に流れ込む。本発明者らが計算機シミュレーションにて確認したところによると、流れ妨害部50, 51, 52に当たってこれを迂回した原料ガスGは、妨害板40, 41, 42と整流板60, 61, 62との間で渦流を形成することでガス流の圧力が適度に分散し、さらに整流板60, 61, 62を通過することにより非常に均一な流速分布を持ったガス流が得られることがわかった。その結果、容器本体3内の原料ガス供給状態を容易に制御することができ、ひいては基板面内に均一な膜厚あるいは抵抗率分布を形成することが可能となる。

【0027】例えば、容器本体3の高さ方向のガス流速分布におけるガス流速最大位置を通り、かつ基板表面と平行な仮想的基準面SPを設定したときに、上記の方法によれば、その基準面SP内において、原料ガスGの供給方向(複数の矢印列にて示す)と直交する向き、すなわち容器本体3の内部空間の幅方向ガス流速分布が、該向きにおける最大流速値を $V_{max}$ 、同じく最小流速値を $V_{min}$ として、

$$EPV = (V_{max} - V_{min}) / (V_{max} + V_{min}) \leq 0.35$$

を満足する形で原料ガスGの供給が可能となる。

【0028】上記のように流速調整された原料ガスGに基板Wを接触させることで、基板W上にはシリコン単結晶薄膜Fが気相エピタキシャル成長し、エピタキシャルウェーハEWが得られる。このエピタキシャルウェーハEWは、直径が略300mmであり、かつシリコン単結晶薄膜Fの膜厚分布として、その最大膜厚値を $t_{max}$ 、同じく最小膜厚値を $t_{min}$ としたとき、

$$EPT = (t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min}) \leq 0.01$$

を達成することができる。

【0029】なお、本実施例では、ガス導入口が反応容器2の一端部幅方向に所定の間隔で複数形成され、さらにそれらガス導入口70, 71, 72の各々に対応して流れ妨害部(妨害部材)50, 51, 52と整流板60, 61, 62(整流部材)との対を設けている。すなわち、ガス導入口70, 71, 72毎にガス流速均一化を図ることができるようにしている。これにより、容器本体3の内部空間には、膜厚の不均一化に悪影響を与える流速の偏り等がさらに生じにくくなり、大口径エピタキシャルウェーハの膜厚分布精度確保の上で一層有利となる。また、本実施例では、図2等にて示すように、ガス

導入口70, 71, 72に対応する流れ調整室22, 23, 24を形成し、隣接する室間でのガスの行き来を仕切板20, 21により阻止するようにしている。これにより、流れ妨害部にて発生した渦流等の影響が、隣の流れ調整室内のガス流に影響しにくくなり、ガス流速制御の精度をさらに高めることができる。

【0030】流れ妨害部(妨害部材)の板面を含む断面に対するガス実効流路(この実施例では、切欠き形成部分)の面積比率は、必要十分なガス流量確保の観点において30%以上とすることが望ましい。また、該面積比率の上限は、ガス導入口から噴射される原料ガスの直進阻止効果が損なわれない範囲にて適宜設定される(ガス導入口の開口径法やガス噴射速度、さらにはガス導入口と流れ妨害部との距離等によって、可能な上限値は異なる)。なお、各ガス導入口からのガス噴射流速に応じて、流れ妨害部の面積やガス実効流路面積率を、ガス導入口毎に異ならせる形としてもよい。

【0031】また、図3においては、整流板60, 61, 62のガス流通孔65は円状断面孔として形成しているが、角状やスリット状など他の形状としてもよい。この場合、個々のガス流通孔65のガス流通断面積は、ガス導入口からの原料ガスの噴射流速によっても異なるが、流速均一化の効果が損なわれず、かつ透過ガス流量が過度に低下しないよう、例えば0.8~3mm<sup>2</sup>の範囲で適宜調整できる。また、整流板の全面積に対するガス流通孔65の合計流通断面積の割合は、同様の理由により30~50%の範囲で調整することができる。なお、本実施例では、ガス流通孔65のガス流通断面積(あるいは寸法)と、その整流板に対する形成密度を、全てのガス導入口70, 71, 72に対して同一に設定しているが、これをガス噴射流速に応じてガス導入口70, 71, 72毎に異ならせるようにしてもよい。

【0032】また、ガス導入口70, 71, 72と、対応する流れ妨害部(妨害部材)50, 51, 52との距離は、あまり近くなり過ぎるとガス導入口からの正常なガス噴射に支障を来すことにつながり、逆に遠すぎると装置寸法の不要な増大を招くので、このような不具合が生じないように、例えば5~50mm程度の範囲で適宜選択できる。また、流れ妨害部50, 51, 52と対応する整流板(整流部材)60, 61, 62との距離は、あまり近くなり過ぎると、流れ妨害部を迂回したガスが整流板との間の空間に進入しにくくなって流速均一化の効果が損なわれ、逆に遠すぎると装置寸法の不要な増大を招くので、このような不具合が生じないように、例えば5~50mm程度の範囲で適宜選択できる。

【0033】以下、本発明の気相成長装置における流れ調整部の種々の変形例について説明する。図6(a)及び(b)に示す例では、妨害板40, 41, 42の幅方向両縁側に切欠き40a, 41a, 42aを形成する一方、それら妨害板40, 41, 42の高さ方向寸法を縮



(7)

特開平12-269147

小することで、図3の切欠き40b、41b、42bに代えて、各上下縁側にガス流通を許容する隙間SP1、SP2を形成している。この態様によれば、方形の流れ妨害部50、51、52が形成される点では変わりがないが、各流れ妨害部50、51、52は、その板面对角線方向により分けられたガスの迂回流通も許容するものとなり、ガス流速均一化の効果を高めることができる。

【0034】妨害板に形成するガス流通部は、図3の妨害板40、41、42のような切欠き40a、41a、42aあるいは40b、41b、42bに限られるものではなく、窓状の流通部を形成してもよいし、図7に示すように、ガス流通孔66が分散形成された気通領域40d、41d、42d、40e、41e、42eとしてもよい。また、流れ妨害部50、51、52を除く周囲の領域全てを、上記のような気通領域とすることも可能である。他方、整流板については、図3のように、板厚方向に孔を多数形成した孔開き板で構成する以外に、例えば石英等の粒子を連通気孔が多数残留する形で焼成することに得られる多孔質板として構成してもよい。

【0035】また、ガス導入口の形成数は、図4のような3ヶ所に限られるものではなく、これよりも多数設けるようにしてもよいし、ガス流速分布が $EPV \leq 0.1$ を満足できるのであれば、これよりも数を減ずること、例えば図8に示すように、1ヶ所にのみ形成するようにしてもよい。この例では、容器本体3の幅方向中央に対応してガス導入口71が形成されるとともに、そのガス噴射方向正面に妨害板240を配置している。この妨害板240は、左右方向において整流板6よりも短い寸法を有し、上下縁側に切欠き240b、240bが形成されて、それらの底縁間に挟まれた領域が流れ妨害部51となっている。ガス導入口71から噴射された原料ガスGは、流れ妨害部51に当たって、その上下及び左右の縁を迂回し、さらに整流板6を経て容器本体3の内部空間へ導かれる。

【0036】また、図9の例では、妨害板40、41、42の高さ方向の寸法が、対応する各整流板60、61、62と略同一とされ、かつ、原料ガスを流通させる切欠きがそれぞれ左右縁側にのみ形成されており(40a、41a、42a)、左右の切欠きの底縁に挟まれた領域が流れ妨害部50、51、52となっている。この構成では、各流れ妨害部50、51、52に当たった原料ガスGは、その左右縁のみを迂回する形で流通する。他方、図10の例は、図6の構成における各妨害板40、41、42から、切欠き40a、41a、42aを省略したものに相当する。この構成では、各妨害板40、41、42の全体が流れ妨害部として機能し、これに当たった原料ガスGは、その上下縁のみを迂回する形で流通する。

【0037】さらに、妨害部材の形状は、原料ガスGの直進を妨げてこれを迂回させる効果を有するものであれ

ば上記の態様に限定されず、例えば図11に示す妨害板500のように菱形状に形成したり、あるいは図12に示す妨害板600のように円板状に形成してもよい。この場合、原料ガスGは、妨害板500あるいは600の周縁を迂回して流通する形となる。

【0038】以上、本発明の気相成長方法により、シリコン単結晶基板状にシリコン単結晶薄膜を気相成長させて、エピタキシャルウェーハを製造する実施例について説明したが、本発明の気相成長方法の適用対象はこれに限定されるものではない。例えばシリコン単結晶基板に代えて化合物半導体単結晶基板など、他の種類の半導体基板を使用し、これに薄膜として、シリコン単結晶薄膜以外の半導体単結晶薄膜を形成するようにしてもよい。また、半導体単結晶薄膜以外に、多結晶半導体薄膜や絶縁酸化物薄膜を気相成長させる技術にも適用可能である。

【0039】また、本発明の気相成長方法は、ガラスやプラスチックあるいは非磁性金属等のディスク基材の表面に、フェライトや希土類磁性体薄膜等を気相成長させて磁気ディスクを製造したり、金属やセラミック等で構成された部品基材に、装飾用あるいは耐摩耗性付与等を目的としたセラミック薄膜等の無機材料薄膜を形成することにより、各種被覆部品を製造するなど、半導体製造以外の分野にも適用できる。この場合、気相成長方法は、形成薄膜の種類に応じ、原料ガスの化学反応により薄膜形成物質を生成させて基材表面に堆積させるCVD法以外に、蒸着法やスパッタリング、反応性スパッタリング、イオンプレーティング等のPVD法を使用してもよい。

#### 【0040】

【実験例】本発明の効果確認のため、下記の実験を行った。

(実験例1) 本発明の気相成長装置における流れ調整部の作用確認のため、以下のような計算機シミュレーションを行った。シミュレーションには市販の流体解析ソフトウェア(商品名: FLUENT (フルーエント社: ver. 4.3.2))を使用した。解析に使用した流れ調整部の形態は、基本的には、図6、図9及び図10に示したものと同様のものである(容器本体部分の構成については図1及び図2を参照のこと)。

【0041】図13～図15に、シミュレーションに使用した、各部の寸法条件を示す(図6～図10の各部に対応する部分には、同一の参照符号を付与している)。なお、比較例として、図14において、妨害板を省略した形態の流れ調整部についてもシミュレーションを行っている。図13(a)は整流板6の形状と、同(b)は妨害板40、41、42、整流板6及び仕切板20、21の配置関係を、図14は容器本体の寸法とガス導入口70、71、72の寸法及び配設位置を示す。また、図15は、採用した各種妨害板40、41、42の形状を

(8)

特開平12-269147

示し、(a)は図10のタイプのもの、(b)は図9のタイプのもの、(c)は図6のタイプのものである。図中、黒く塗りつぶした領域がガス流通を許容しない部分であり、格子状の座標セルパターンを表示している領域がガス流通可能な部分である(ただし、座標セルパターンは実体的な網等を示すものではない)。なお、容器本体3のガス流れ方向と直交する断面上の位置表示は、左下角位置に原点を設定し、左右方向をJ方向、上下方向をK方向として、各方向における原点からのセル数を用いた座標表示により行うものとする。なお、セルの寸法との対応は、J方向が3.9mm/セル、K方向が0.85mm/セルである。

【0042】一方、図面に表れていないシミュレーション設定条件は以下の通りである。

整流板のガス流通孔断面形状：正方形

整流板のガス流通孔断面寸法：1.82mm口(断面積3.3mm<sup>2</sup>)

整流板のガス流通孔形成密度：J方向及びK方向ともに4個/cmの千鳥状配置

基板温度：室温

基板回転：なし

ガス種別：水素ガス；

主導入口71からの噴射流速及び流量：11.2m/秒、50sリッター/分；副導入口70、72からの噴射流速及び流量：各2.6m/秒、12.5sリッター/分；ガス排出口断面寸法：37.9mm×19.5mm。

【0043】以下、シミュレーション結果を示す。図16及び図17は、比較例の解析結果を示すものである。図16は、基板中心位置直上において流速最大となる基準面(図4を援用すればSPの位置)近傍、具体的にはK=10(基板面から上方8.5mm)の位置におけるJ方向流速分布を示すものである。なお、図中には基板の存在範囲(直径300mm)を表示している。これによれば、基板存在範囲においては、

流速最大値 $V_{\max}=23.26\text{m/秒}$ ；

流速最小値 $V_{\min}=0.1\text{m/秒}$ ；

$EPV=(V_{\max}-V_{\min})/(V_{\max}+V_{\min})=0.99$ ；

となっている。EPVは0.35を超える大きな値を示している。また、図17は、基準面上での流速分布を二次元マッピングしたものである。原料ガス導入口に対応する位置にて極度に流速が大きくなり、不均一な流速分布を呈していることがわかる。

【0044】次に、図18～図20は、図15(a)のタイプの妨害板(ガスが各流れ妨害部の上下を迂回流通するもの)を用いたときの解析結果を示すものである。図19は、J=52(基板中心位置直上)におけるK方向流速分布であり、容器高さ方向略中央のK=12(10.2mm)にて流速最大となっていることがわかる。図18は、K=12(基準面位置)とK=3の各位置に

におけるJ方向流速分布を示すものである。基準面位置において基板存在範囲では、

流速最大値 $V_{\max}=0.455\text{m/秒}$ ；

流速最小値 $V_{\min}=0.220\text{m/秒}$ ；

$EPV=(V_{\max}-V_{\min})/(V_{\max}+V_{\min})=0.35$ ；

となっている。EPVは上記の比較例の値よりも著しく小さく、流速分布が均一化していることがわかる。また、図20は、基準面上での流速分布を二次元マッピングしたものである。基板存在範囲にて、均一性の高い流速分布となっていることがわかる。

【0045】また、図21～図23は、図15(b)のタイプの妨害板(ガスが各流れ妨害部の左右を迂回流通するもの)を用いたときの解析結果を示すものである。図22は、J=52(基板中心位置直上)及びJ=75におけるK方向の流速分布であり、容器高さ方向略中央のK=12(10.2mm)にて流速最大となっていることがわかる。図21は、K=12(基準面位置)とK=8の各位置におけるJ方向流速分布を示すものである。基準面位置において基板存在範囲では、

流速最大値 $V_{\max}=0.275\text{m/秒}$ ；

流速最小値 $V_{\min}=0.207\text{m/秒}$ ；

$EPV=(V_{\max}-V_{\min})/(V_{\max}+V_{\min})=0.14$ ；

となっている。EPVは図15(a)よりも小さくなり、流速分布がさらに均一化していることがわかる。また、図23は、二次元マッピングしたものである。基板存在範囲にて、さらに均一性の高い流速分布となっていることがわかる。

【0046】さらに、図24及び図25は、図15(c)のタイプの妨害板(ガスが各流れ妨害部の上下及び左右を迂回流通するもの)を用いたときの解析結果を示すものである。図25は、J=52(基板中心位置直上)における高さ方向の流速分布であり、高さ方向略中央のK=12(10.2mm)にて流速最大となっていることがわかる。図24は、K=12(基準面位置)とK=3の各位置におけるJ方向流速分布を示すものである。基準面位置において基板存在範囲では、

流速最大値 $V_{\max}=0.270\text{m/秒}$ ；

流速最小値 $V_{\min}=0.265\text{m/秒}$ ；

$EPV=(V_{\max}-V_{\min})/(V_{\max}+V_{\min})=0.009$ ；

となっている。EPVの値が非常に小さくなり、略平坦に近い流速分布が得られていることがわかる。

【0047】上記のシミュレーションは、室温・基板非回転の条件で行ったものであるが、流れ調整部に妨害板と整流板とを配置する本発明特有の装置構成により、均一な流速分布が得られる点については、基板の回転と昇温を行う、実際の成膜条件下においても何ら変わりはない。従って、上記のシミュレーション結果は、原料ガス

(9)

特開平12-269147

流通により形成される薄膜の膜厚分布を、本発明の採用により大幅に均一化できることを示唆している。以下、エピタキシャルウェーハの製造に本発明を適用した場合に、実際に均一な膜厚が得られるかどうかを確認する実験も行ったので、その結果について説明する。

【0048】(実験例2) 直径300mmのP型シリコン単結晶基板Wを、図1あるいは図2に示すように気相成長装置1内に配置した。なお、気相成長装置の各部の寸法は、実施例1のシミュレーションに使用したもの(図14参照)と同一であり、妨害板の種別としては、図15(a)(上下流通型:試験番号③)と同(c)(上下左右流通型:試験番号④)とを採用した。また、比較例として、妨害板のみを省略したもの(試験番号②)、及び妨害板と整流板との双方を省略したもの(試験番号①)についても試験した。

【0049】そして、試験を下記の手順で行った。まず、各原料ガス導入口70, 71, 72から、1.0%のHFガスを含有する水素ガスを室温で5分間供給し、基板Wの表面の自然酸化膜を除去した。次に、赤外線加熱ランプ11(図1)に通電し、基板Wの温度が700℃になった後に、原料ガス導入口70, 71, 72からHClガス2.0%を含有する水素ガスを1分間導入し、基板W表面の有機物を除去した。その後、赤外線加熱ランプ11の通電量を調整し、基板Wの温度が100

0℃に到達した後、基板Wを原料ガス導入口70, 71, 72からトリクロロシランガスを含有する水素ガスを流通して、基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させた。詳しい条件は以下の通りである:

基板回転速度: 20回/分

原料ガス: トリクロロシラン( $\text{SiHCl}_3$ ) + 水素混合ガス( $\text{H}_2$ 流量90リットル/分に対して、トリクロロシランが90g/分となるように配合)

主導入口71からの噴射流速及び流量: 112m/秒、16リットル/分;

副導入口70, 72からの噴射流速及び流量: 各26m/秒、4リットル/分;

原料ガス流通時間: 2分。

【0050】そして、得られた薄膜付きの基板すなわちエピタキシャルウェーハの、直径方向の膜厚分布プロファイルをFT-IR法により測定し、最大膜厚値を $t_{\max}$ 、同じく最小膜厚値を $t_{\min}$ として、前記した膜厚分布パラメータEPT( $= (t_{\max} - t_{\min}) / (t_{\max} + t_{\min})$ )の値を算出した。膜厚分布プロファイルの測定結果を図26に、膜厚分布パラメータEPTの算出結果を表1にそれぞれ示す。

【0051】

【表1】

	流れ調整部構造	膜厚分布バラツキ(%)
①	妨害板、整流板共になし	20.7
②	整流板のみ	3.9
③	妨害板(上下迂回型) + 整流板	0.97
④	妨害板(上下・左右迂回型) + 整流板	0.50

$$\text{膜厚分布バラツキ(}\%) = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max} + t_{\min}} \times 100$$

$t_{\max}$ : 最大膜厚値

$t_{\min}$ : 最小膜厚値

【0052】すなわち、本発明を採用した③及び④においては、比較例である①及び②と比較して、EPTの値にて1%以内の非常に均一な膜厚分布が得られており、特に流れ妨害部の上下左右を流通させるようにした④については、EPT=0.5%程度まで膜厚ばらつきが低減されていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。

【図2】同じくその平面断面図。

【図3】図1及び図2の装置の流れ調整部の正面図、平

面図及びA-A断面図。

【図4】図3の流れ調整部の作用を説明する斜視図。

【図5】図1及び図2の装置に対するガス供給配管系統の一例を模式的に示す図。

【図6】流れ調整部の第一の変形例を示す斜視図及び正面図。

【図7】同じく第二の変形例を示す斜視図。

【図8】同じく第三の変形例を示す斜視図。

【図9】同じく第四の変形例を示す斜視図及び正面図。

【図10】同じく第五の変形例を示す斜視図及び正面図。

(10)

特開平12-269147

【図11】同じく第六の変形例を示す斜視図。

【図12】同じく第七の変形例を示す斜視図。

【図13】シミュレーションに使用した整流板の形状と、妨害板、整流板及び仕切板の配置関係とを示す説明図。

【図14】同じく容器本体の寸法を示す斜視図。

【図15】実験例1のシミュレーションに採用した、各種妨害板の形状及び寸法を示す正面図。

【図16】比較例のシミュレーション結果におけるJ方向流速分布プロファイル。

【図17】同じく基準面近傍の流速分布二次元マッピング。

【図18】図15(a)の妨害板形状を採用したときのシミュレーション結果におけるJ方向流速分布プロファイル。

【図19】同じくK方向流速分布プロファイル。

【図20】同じく基準面の流速分布二次元マッピング。

【図21】図15(b)の妨害板形状を採用したときのシミュレーション結果におけるJ方向流速分布プロファイル。

【図22】同じくK方向流速分布プロファイル。

【図23】同じく基準面の流速分布二次元マッピング。

【図24】図15(c)の妨害板形状を採用したときのシミュレーション結果におけるJ方向流速分布プロファイル。

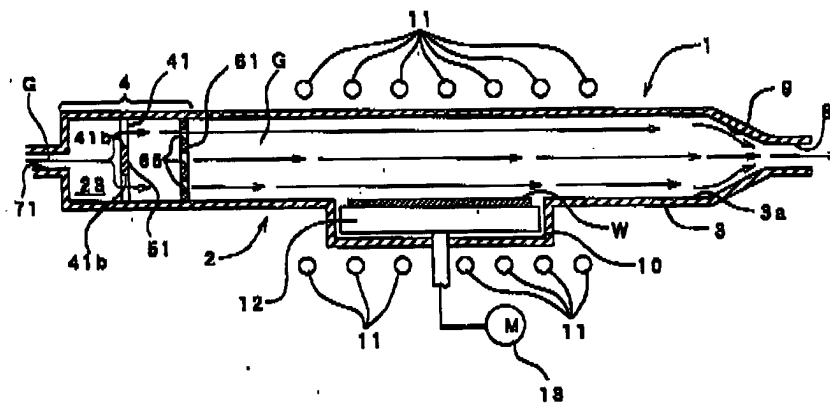
【図25】同じくK方向流速分布プロファイル。

【図26】実験例2の膜厚分布測定結果を示す図。

【符号の説明】

- 1 気相成長装置
- 2 反応容器
- 3 容器本体
- 4 流れ調整部
- 20, 21 仕切板(仕切部材)
- 22, 23, 24 流れ調整室
- 40, 41, 42 妨害板
- 50, 51, 52 流れ妨害部(妨害部材)
- 60, 61, 62 整流板
- 66 ガス流通孔
- 70, 71, 72 ガス導入口
- 100 ガス供給配管
- SP 基準面
- W シリコン単結晶基板
- G 原料ガス

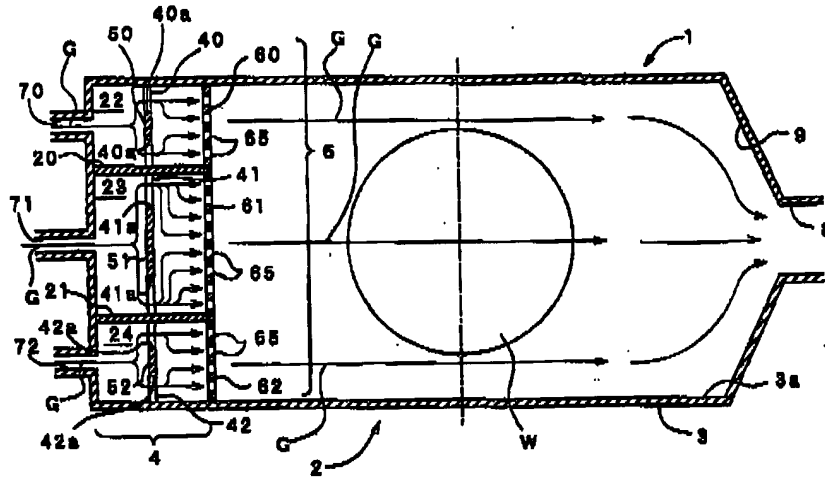
【図1】



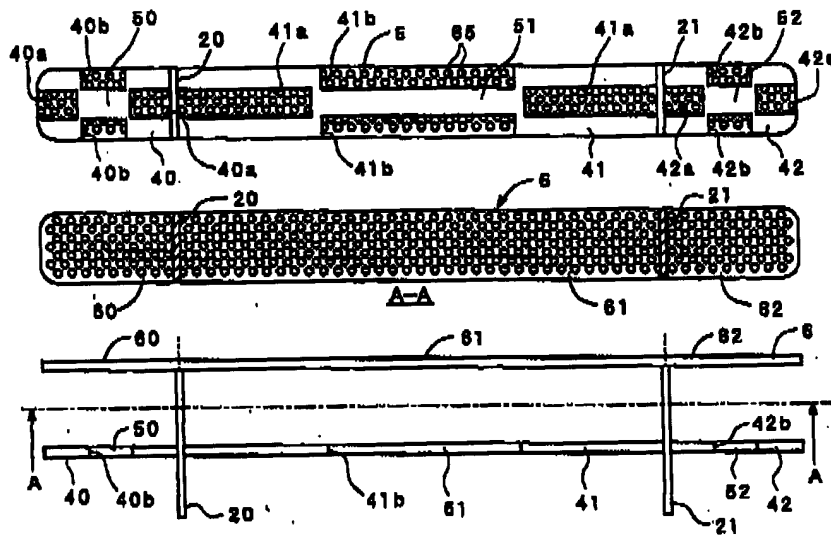
(11)

特開平12-269147

【図2】



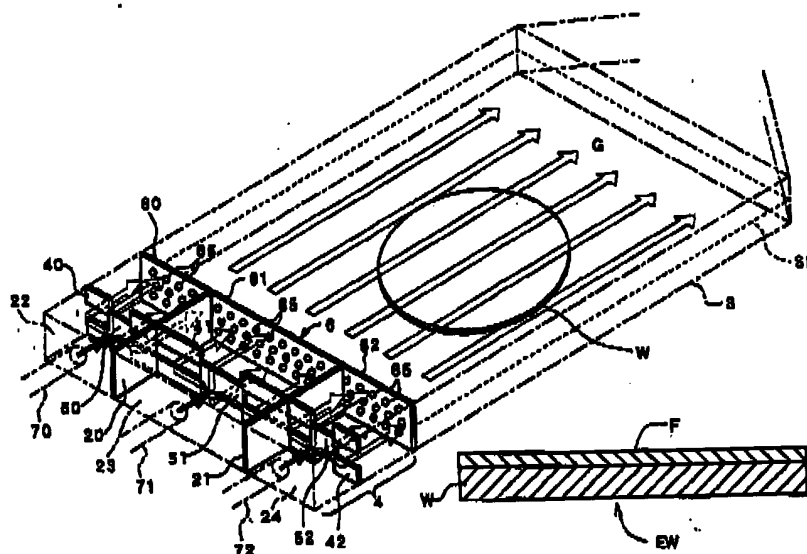
【図3】



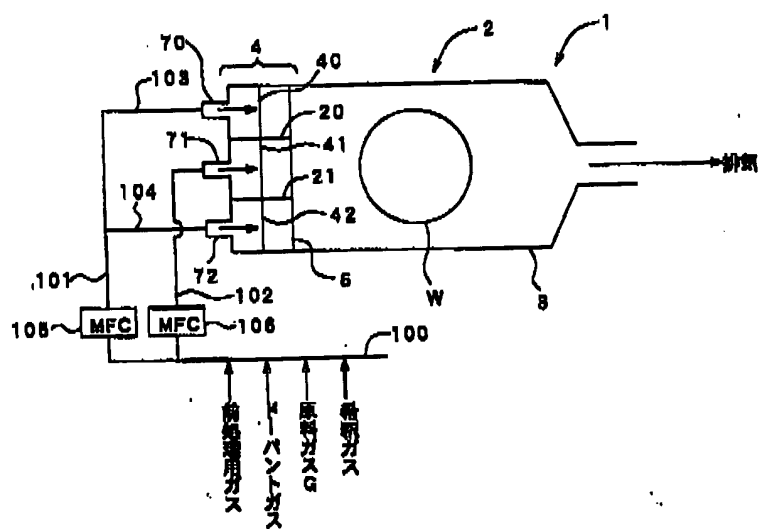
(12)

特開平12-269147

【図4】



【図5】

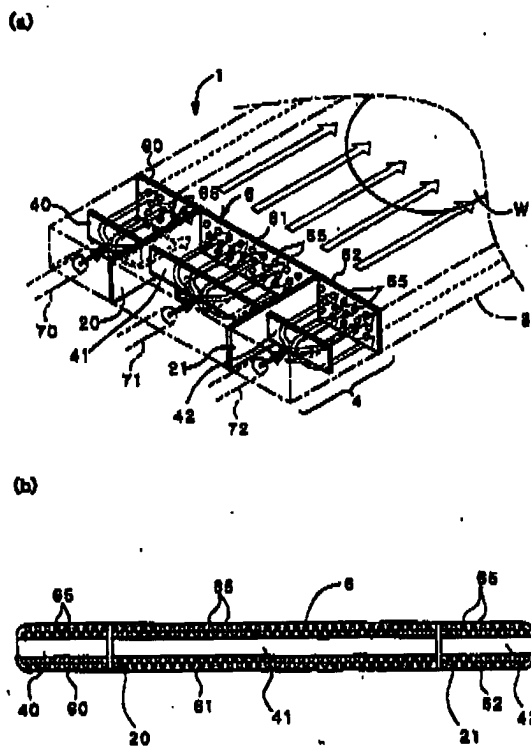




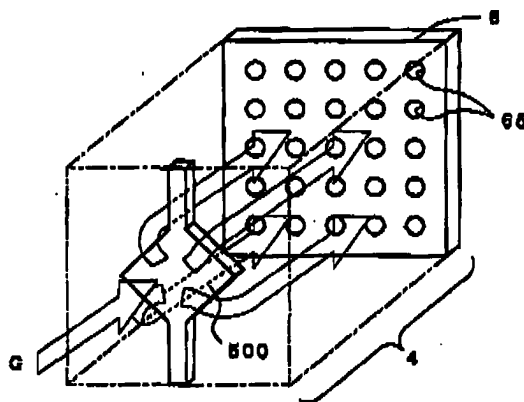
(14)

特開平12-289147

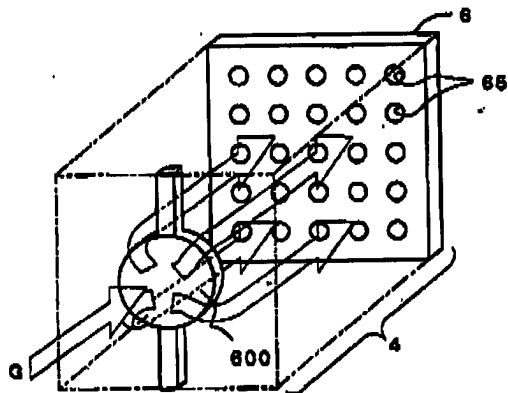
【図10】



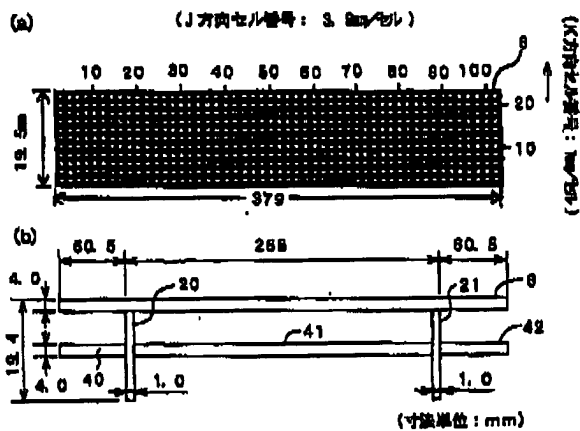
【図11】



【図12】



【図13】

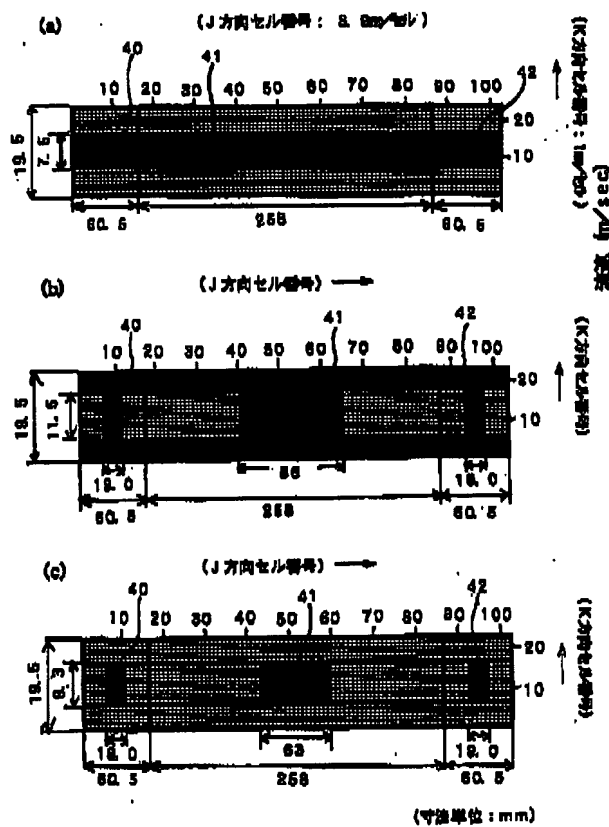




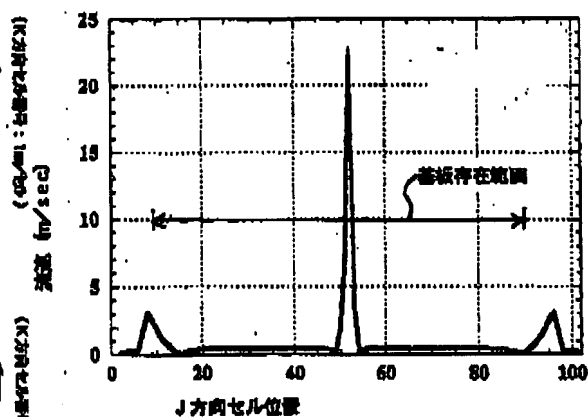
(15)

特開平12-269147

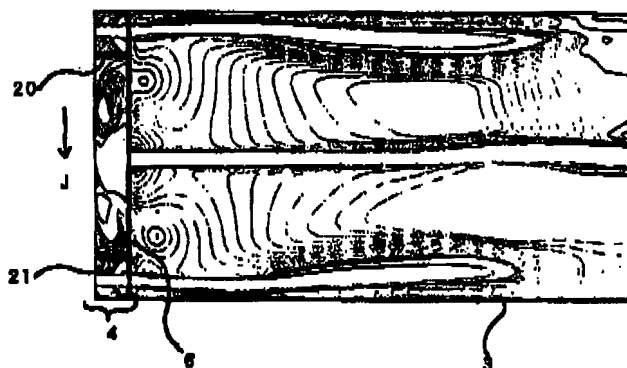
【図15】



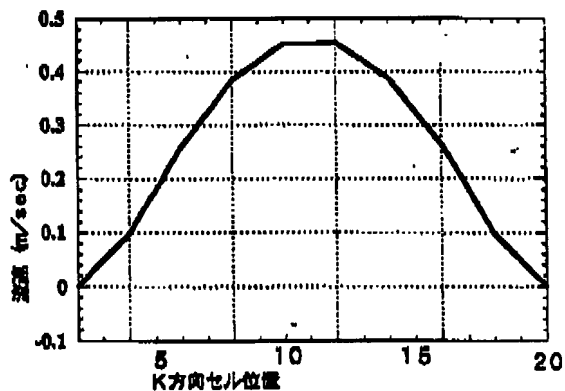
【図16】



【図17】



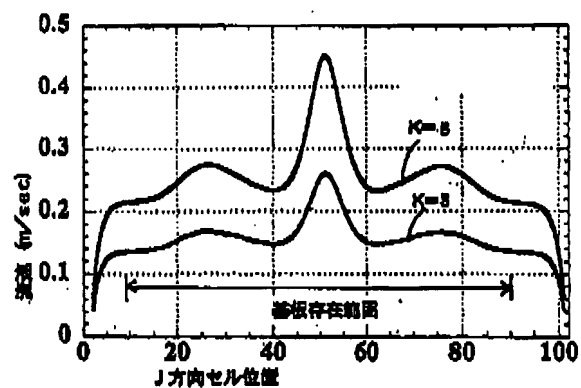
【図19】



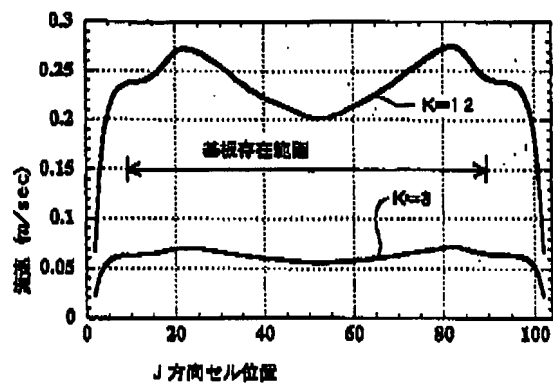
(16)

特開平12-269147

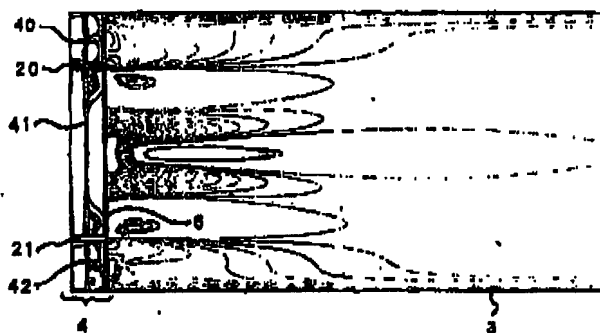
【図18】



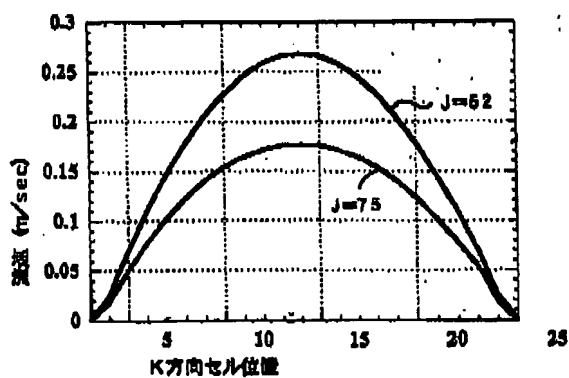
【図21】



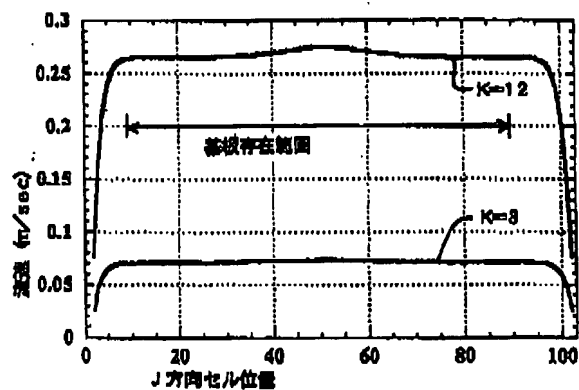
【図20】



【図22】



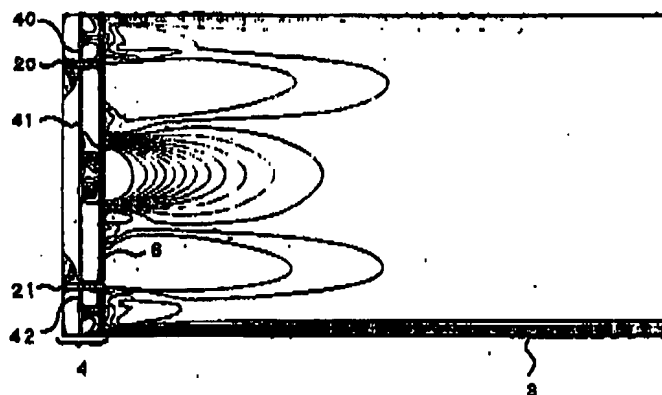
【図24】



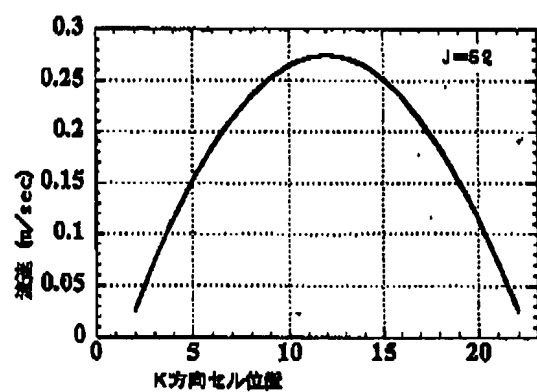
(17)

特開平12-289147

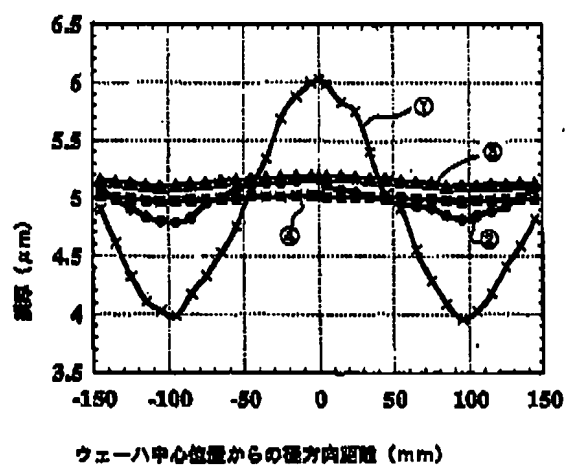
【図23】



【図25】



【図26】



(18)

特開平12-269147

フロントページの続き

(72)発明者 羽深 等

群馬県安中市磯部2-13-1 信越半導体  
株式会社半導体磯部研究所内

Fターム(参考) 4G077 AA03 BA04 DB04 DB05 EG24  
TB02 TB03 TG04 TH07  
5F045 AB02 AC01 AC02 AC15 AC16  
AC19 BB02 DP04 EF05 EF14  
GB17 HA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**